

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-295276

(43)Date of publication of application : 09.10.2002

(51)Int.Cl.

F02D 13/02

F01L 1/34

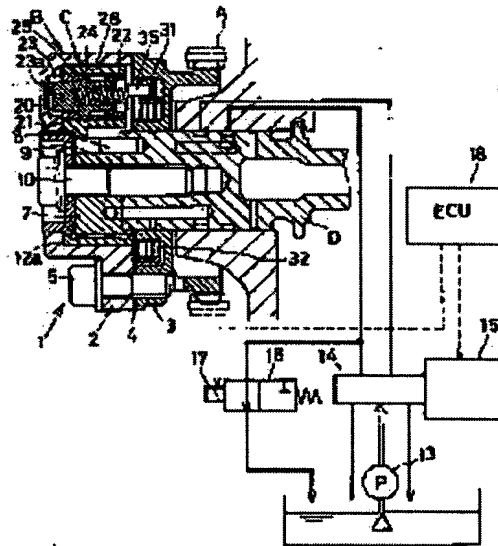
F01L 13/00

F02D 45/00

(21)Application number : 2001-100152 (71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 30.03.2001 (72)Inventor : KUSANO SHIGEYUKI  
YAMADA HIROHIKO

(54) VALVE TIMING ADJUSTMENT DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a valve timing adjustment device, capable of turning a driven member to more than the intermediate phase of the side advanced from a most delayed angle position, even if the oil pressure for driving the driven member to an advance angle side is at a low level, and also surely turning the driven member made to turn by more than a predetermined intermediate phase to the phase thereof.

SOLUTION: ECU 18 calculates the target phase of a vane rotor 7, suitable for the operation condition of an engine and performs the control in the duty ratio of a first

electromagnetic actuator 15 using a PD control, so that the target phase coincides with an actual phase, and when the vane rotor 7 is in a spark delay angle region, the holding

control value (duty value) of delay angle side is used as a control value, and when it is in spark advance angle region, that (duty value) of spark advance angle side is used therefor. Since the separate control values are used for control in the spark delay and advance regions, the actual phase of the vane rotor 7 can be controlled smoothly to the target phase, even if the vane rotor 7 is displaced passing over a preset phase.

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The driving member by which a rotation drive is carried out with an internal combustion engine's driving shaft, and the follower member which transmits the running torque of this driving member to the follower shaft for bulb closing motion, By having the assistant spring which energizes said follower member to a tooth-lead-angle side to said driving member, and making rotation of said follower member produce phase contrast to rotation of said driving member It is the valve timing adjusting device which adjusts the closing motion stage of a bulb. Said assistant spring Only when said follower member is located in a predetermined lag field, energize said follower member to a tooth-lead-angle side. Or the valve timing adjusting device characterized by preparing the direction in case said follower member is located in a predetermined lag field so that said follower member may be energized to a tooth-lead-angle side more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field.

[Claim 2] The driving member by which a rotation drive is carried out with an internal combustion engine's driving shaft, and the follower member which transmits the running torque of this driving member to the follower shaft for bulb closing motion, The assistant spring which energizes said follower member to a tooth-lead-angle side to said driving member, The actuator which makes rotation of said follower member produce phase contrast to rotation of said driving member, The control unit which controls said actuator according to the operational status which is equipped with a means to detect said internal combustion engine's operational status, and is detected by the means, It is a \*\*\*\*\* valve timing adjusting device. Said assistant spring Only when said follower member is located in a predetermined lag field, energize said follower member to a tooth-lead-angle side. The direction in case said follower

member is located in a predetermined lag field is prepared so that said follower member may be energized to a tooth-lead-angle side more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field. Or said control unit When the phase location of said follower member is located in said lag field, said actuator is controlled using the lag side control value which considered the energization force of said assistant spring in said lag field. The valve timing adjusting device characterized by controlling said actuator using the tooth-lead-angle side control value which considered the energization force of said assistant spring in said tooth-lead-angle field when the phase location of said follower member is located in said tooth-lead-angle field.

[Claim 3] The driving member by which a rotation drive is carried out with an internal combustion engine's driving shaft, and the follower member which transmits the running torque of this driving member to the follower shaft for bulb closing motion, The assistant spring which energizes said follower member to a tooth-lead-angle side to said driving member, The actuator which makes rotation of said follower member produce phase contrast to rotation of said driving member, The control unit which controls said actuator according to the operational status which is equipped with a means to detect said internal combustion engine's operational status, and is detected by the means, It is a \*\*\*\*\* valve timing adjusting device. Said assistant spring Only when said follower member is located in a predetermined lag field, energize said follower member to a tooth-lead-angle side. The direction in case said follower member is located in a predetermined lag field is prepared so that said follower member may be energized to a tooth-lead-angle side more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field. Or said control unit A means to detect the actual phase of said follower member to said driving member, When the phase location of said follower member is located in said lag field, said actuator is controlled using the lag side control value which considered the energization force of said assistant spring in said lag field. A control value change means to control said actuator using the tooth-lead-angle side control value which considered the energization force of said assistant spring in said tooth-lead-angle field when the phase location of said follower member is located in said tooth-lead-angle field, A correction means to correct said lag side control value or said tooth-lead-angle side control value so that an actual phase may turn into a target phase, The valve timing adjusting device characterized by having a displacing point study means to learn the actual phase at that time as a displacing point of said lag field and said tooth-lead-angle field when the amount of corrections by this correction means is larger than a predetermined

value.

[Claim 4] The driving member by which a rotation drive is carried out with an internal combustion engine's driving shaft, and the follower member which transmits the running torque of this driving member to the follower shaft for bulb closing motion, The assistant spring which energizes said follower member to a tooth-lead-angle side to said driving member, The actuator which makes rotation of said follower member produce phase contrast to rotation of said driving member, The control unit which controls said actuator according to the operational status which is equipped with a means to detect said internal combustion engine's operational status, and is detected by the means, It is a \*\*\*\*\* valve timing adjusting device. Said assistant spring Only when said follower member is located in a predetermined lag field, energize said follower member to a tooth-lead-angle side. The direction in case said follower member is located in a predetermined lag field is prepared so that said follower member may be energized to a tooth-lead-angle side more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field. Or said control unit A means to detect the phase of said follower member to said driving member, and the rotation range of said follower member A rotation range distinction means to distinguish the 2nd rotation range by the side of a tooth lead angle rather than the 1st rotation range and said middle rotation range by the side of a lag from the middle rotation range including the displacing point of said lag field and said tooth-lead-angle field, and this middle rotation range, A correction means to correct said lag side control value or said tooth-lead-angle side control value so that an actual phase may turn into a target phase, and the rotation range of said follower member in said 1st rotation range When the phase of said follower member is predetermined time regularity, a lag side study means to learn the control value of said actuator as a lag side control value, and the rotation range of said follower member and in said 2nd rotation range And when the phase of said follower member is predetermined time regularity, it has a tooth-lead-angle side study means to learn the control value of said actuator as a tooth-lead-angle side control value. the time of the rotation range of said follower member being said middle rotation range -- the phase of said follower member -- predetermined time regularity -- even when -- the valve timing adjusting device characterized by being prepared so that the control value of said actuator may not be learned.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the valve timing adjusting device which adjusts the closing motion valve timing of an internal combustion engine's (the following, engine) bulb (an inlet valve or exhaust valve).

[0002]

[Description of the Prior Art] As a valve timing adjusting device, it has the driving member by which a rotation drive is carried out with an engine crankshaft (it is equivalent to a driving shaft), and the follower member rotated with a cam shaft (it is equivalent to a follower shaft), relative rotation of the follower member is carried out to a driving member, the closing motion valve timing of a bulb is adjusted, and what aims at improvement in an engine output and an improvement of fuel consumption is known.

[0003] Here, an intake valve is explained. By closing an intake valve later than an engine bottom dead point location, an engine pumping loss is prevented and raising fuel consumption is known. Since a real compression ratio falls at the time between [ of an engine ] the colds and the air temperature in the time of the top dead center of a piston does not fully rise while fuel consumption of timing which closes an intake valve later than an engine bottom dead point location improves after engine pre-heating, a lifting and starting time amount cannot become long, or it may become impossible however, for an engine to put poor starting into operation.

[0004] Thus, the closing motion stage of an intake valve optimal at the time between the engine colds is a tooth-lead-angle side from the closing motion stage optimal at the time of engine pre-heating. Therefore, the valve timing adjusting device to which the valve timing of an intake valve is changed has the demand which can set up the closing motion valve timing which was suitable at the time of starting between the engine colds apart from the closing motion valve timing which was suitable at the time of engine pre-heating. What is made to lock the follower member rotated to the cam shaft which opened and closes an intake valve, and one as a technique which meets this demand with the cadaveric position phase which carried out the specified quantity tooth lead angle rather than the maximum lag location to a driving member, and performs engine starting in that condition is known.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to make a follower member lock with a cadaveric position phase at the time of engine starting, it is necessary to carry out the variation rate of the follower member to a tooth-lead-angle side rather than a cadaveric position phase at the time of a halt of an engine. Since the oil pressure when suspending an engine is usually an idling engine speed, it will be low, and the oil pressure will change greatly with oil temperatures. For this reason, if an oil temperature is high at the time of a halt of an engine, the tooth-lead-angle oil pressure which drives a follower member to a tooth-lead-angle side will fall, and it will become difficult to carry out the tooth lead angle of the follower member more than a cadaveric position phase.

[0006] On the other hand, the valve timing adjusting device which energizes a follower member to a tooth-lead-angle side with an assistant spring is known so that it may be indicated by JP,11-223112,A. The assistant spring indicated by this official report continues throughout the maximum tooth lead angle from the maximum lag, and aids a tooth-lead-angle side with a follower member by the fixed energization force. the case where an engine is put into operation even if a follower member is in the condition stopped by the tooth-lead-angle side rather than the predetermined cadaveric position phase, when such an assistant spring is used and an engine is suspended -- the energization force of an assistant spring -- the lag of a cam shaft -- a variation rate is barred and a cam shaft may not carry out a lag immediately at the time of starting For this reason, starting will be performed for a follower member in the tooth-lead-angle location more than a cadaveric position phase, and there was fault to which engine startability falls.

[0007]

[Objects of the Invention] The 1st purpose of this invention is to offer the valve timing adjusting device which can be made to rotate certainly the follower member which was being rotated more than the predetermined cadaveric position phase to a predetermined cadaveric position phase, when the torque of engine starting arises in a driving member, while rotating a follower member rather than the maximum lag location more than the cadaveric position phase by the side of a tooth lead angle, even if it is in the condition that the oil pressure which drives a follower member to a tooth-lead-angle side is low.

[0008] The 2nd purpose of this invention is to offer the valve timing adjusting device which can solve the fault generated when the 1st above-mentioned purpose is attained. That is, when the energization force of a follower member differs in a lag field

and a tooth-lead-angle field, it is in offering the valve timing adjusting device which can control the actual phase of a follower member quickly and correctly to a target phase.

[0009] The 3rd purpose of this invention is to offer the valve timing adjusting device which can solve the fault generated when the 2nd above-mentioned purpose is attained. That is, when the energization force of a follower member differs in a lag field and a tooth-lead-angle field, unless the displacing point (the rotating point, the presetting point that a lag field and a tooth-lead-angle field change) that the energization force changes is clear, before and behind the displacing point, control cannot do a follower member correctly. then, the 3rd purpose -- an attachment error and aging -- an actual variation rate -- even if it is a case so that a point may change -- an actual variation rate -- a point -- detecting -- the detected variation rate -- it is in offering the valve timing adjusting device which can control the actual phase of a follower member quickly and correctly to a target phase by controlling the phase of a follower member based on a point.

[0010] The 4th purpose of this invention as well as the 3rd above-mentioned purpose is to offer the valve timing adjusting device which can solve the fault generated when the 2nd purpose mentioned above is attained. That is, when the energization force of a follower member differs in a lag field and a tooth-lead-angle field, the control value by the side of a lag (study value) differs from the control value by the side of a tooth lead angle (study value). and the variation rate from which the energization force to a follower member changes -- the case where learning control is performed near a point -- an actual variation rate -- the variation rate which a point and a control unit recognize -- if points differ -- a variation rate -- the control value mistaken by the boundary part of a point will be learned, and the phase control of a follower member will be confused by incorrect study. Then, in the boundary part of a displacing point, the 4th purpose abolishes turbulence of control by incorrect study, as the mistaken control value is not learned, and it is to offer the valve timing adjusting device which can control the actual phase of a follower member quickly and correctly to a target phase.

[0011]

[Means for Solving the Problem] [Means of claim 1] In the valve timing adjusting device which adopts claim 1, only when a follower member is located in a predetermined lag field, an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side. Or as for the energization force in which an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side, the direction in case a

follower member is located in a predetermined lag field is prepared for the follower member more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field. Consequently, even if it is in the condition that the oil pressure which drives a follower member to a tooth-lead-angle side is low, while rotating a follower member to a tooth-lead-angle side rather than the maximum lag location, in the condition that the follower member is rotating to the tooth-lead-angle side further rather than the cadaveric position phase, a follower member is easily returned to a predetermined cadaveric position phase by cam torque. For this reason, a predetermined cadaveric position phase can be made to rotate the phase location of a follower member certainly. For this reason, at the time of engine starting, the phase of a cam shaft can be set as the optimal cadaveric position phase, and engine startability can be raised.

[0012] [Means of claim 2] In the valve timing adjusting device which adopts the means of claim 2, only when a follower member is located in a predetermined lag field, an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side. Or as for the energization force in which an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side, the direction in case a follower member is located in a predetermined lag field is prepared for the follower member more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field. And the control unit which controls the phase location of a follower member controls an actuator using the tooth-lead-angle side control value which considered the energization force of the assistant spring in a tooth-lead-angle field, when an actuator controls using the lag side control value which considered the energization force of the assistant spring in a lag field when the phase location of a follower member was located in a lag field and the phase location of a follower member is located in a tooth-lead-angle field. For this reason, even if it is the case where the energization force of a follower member differs in a lag field and a tooth-lead-angle field, the actual phase of a follower member is correctly [ quickly and ] controllable to a target phase.

[0013] [Means of claim 3] In the valve timing adjusting device which adopts the means of claim 3, only when a follower member is located in a predetermined lag field, an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side. Or as for the energization force in which an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side, the direction in case a follower member is located in a predetermined lag field is prepared for the follower member more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field. And when a lag side control value or a tooth-lead-angle side control value is corrected so that an actual phase may turn into a target phase, and the amount of corrections is larger than a predetermined

value, the control unit which controls the phase location of a follower member is formed so that the actual phase at that time may be learned as a displacing point of a lag field and a tooth-lead-angle field. For this reason, since an actual displacing point is detected and learned by an attachment error and aging even if it is a case so that the displacing point of the energization force by the assistant spring may change, the phase of a follower member can be controlled by them based on that corrected actual displacing point, and the actual phase of a follower member can be controlled by them quickly and correctly to a target phase.

[0014] Here, the example of the study conditions of a displacing point (presetting phase) is indicated. Although it prepared in the above so that the displacing point at that time might be learned when the amount of corrections of a lag side control value or a tooth-lead-angle side control value was larger than a predetermined value, you may prepare as follows.

(1) While said control unit is equipped with a real phase detection means to detect the actual phase of said follower member to said driving member Predetermined within the limits in which the phase of said follower member to said driving member includes the displacing point of said lag field and said tooth-lead-angle field The difference of the target phase which is in the field of (the middle rotation range [ for example, ] of claim 4), and was set up according to said internal combustion engine's operational status, and said actual phase is larger than a predetermined value. And when the difference hardly changes during 1 scheduled time, it is characterized by having a displacing point study means to learn the phase of said follower member to said driving member as a displacing point of said lag field and said tooth-lead-angle field. That is, the control unit which controls the phase location of a follower member Predetermined within the limits in which the phase of a follower member includes the displacing point of a lag field and a tooth-lead-angle field It is in the field of (the middle rotation range [ for example, ] of claim 4), the difference of a target phase and an actual phase is larger than a predetermined value, and when the difference hardly changes during 1 scheduled time further, it is prepared so that the phase of the follower member at that time may be learned as a displacing point of a lag field and a tooth-lead-angle field. Thus, since an actual displacing point is detected and learned even if it is a case so that the displacing point of the energization force according to an assistant spring by the attachment error or aging even if it prepares may change, the phase of a follower member can be controlled based on the corrected actual displacing point, and the actual phase of a follower member can be controlled quickly and correctly to a target phase.

[0015] (2) While said control unit is equipped with a real phase detection means to detect the actual phase of said follower member to said driving member Predetermined within the limits in which the phase of said follower member to said driving member includes the displacing point of said lag field and said tooth-lead-angle field The difference of the target phase which is in the field of (the middle rotation range [ for example, ] of claim 4), and was set up according to said internal combustion engine's operational status, and said actual phase is smaller than a predetermined value. And when the control value for making said actual phase in agreement in said target phase in fixed time amount is changed more than the count of predetermined, it is characterized by having a displacing point study means to learn the phase of said follower member to said driving member as a displacing point of said lag field and said tooth-lead-angle field. That is, the control unit which controls the phase location of a follower member Predetermined within the limits in which the phase of a follower member includes the displacing point of a lag field and a tooth-lead-angle field Are in the field of (the middle rotation range [ for example, ] of claim 4), and the difference of a target phase and an actual phase is smaller than a predetermined value. Furthermore, it is prepared so that the phase of the follower member at that time may be learned as a displacing point of a lag field and a tooth-lead-angle field in fixed time amount, when the control value for making a phase actual to a target phase in agreement is changed more than the count of predetermined. Thus, since an actual displacing point is detected and learned even if it is a case so that the displacing point of the energization force according to an assistant spring by the attachment error or aging even if it prepares may change, the phase of a follower member can be controlled based on the corrected actual displacing point, and the actual phase of a follower member can be controlled quickly and correctly to a target phase.

[0016] [Means of claim 4] In the valve timing adjusting device which adopts the means of claim 4, only when a follower member is located in a predetermined lag field, an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side. Or as for the energization force in which an assistant spring energizes a follower member to a tooth-lead-angle side, the direction in case a follower member is located in a predetermined lag field is prepared for the follower member more strongly than the case where it is located in a tooth-lead-angle field. And at the time of the middle rotation range where, as for the control unit which controls the phase location of a follower member, the rotation range of a follower member includes the displacing point of a lag field and a tooth-lead-angle field, the phase of a follower member is prepared so that predetermined time regularity may not learn a control value, either. Thus,

since the control value mistaken by the boundary part of a displacing point is not learned, turbulence of control by incorrect study does not occur, but the actual phase of a follower member can be controlled to a target phase quickly and correctly.

[0017]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained using an example and a modification.

[Example] An example is explained with reference to drawing 1 - drawing 9 . In addition, drawing 1 - drawing 4 are drawings showing the structure of a valve timing adjusting device, and it is drawing in which the sectional view where drawing 1 meets the shaft orientations of a valve timing adjusting device, drawing in which drawing 2 shows the interior of shoe housing, and drawing 3 show the explanatory view of a lock device, and drawing 4 shows arrangement of an assistant spring. The valve timing adjusting device shown by this example is attached in the cam shaft of the inspired air flow path of the DOHC engine driven by the cam shaft which the intake valve and the exhaust air bulb became independent of, and adjustable is continuously possible for it in the closing motion timing of an intake valve. Moreover, this example explains a front-side and right-hand side for the left-hand side of drawing 1 as a rear-side.

[0018] The valve timing adjusting device 1 is driven by the driving member B driven through timing chains A (or timing belt etc.) from a crankshaft, and this driving member B, is divided roughly into the follower member C which transmits that driving torque to a cam shaft D, with the actuator constituted in the shoe housing 2, carries out the rotation drive of the follower member C relatively to a driving member B, and changes a cam shaft D to a tooth-lead-angle or lag side.

[0019] A driving member B is equipped with the sprocket 3 by which the interior is built over the shoe housing 2 with which an actuator is constituted, and a timing chain A, it rotates synchronizing with a crankshaft, and the sealing strip 4 which blockades the rear-side of the oil sac (tooth-lead-angle room 6a mentioned later, lag room 6b) formed in the interior of the shoe housing 2 intervenes between the shoe housing 2 and a sprocket 3. These shoe housing 2, the sprocket 3, and the sealing strip 4 are firmly concluded with two or more bolts 5. In addition, a driving member B is clockwise rotated in drawing 2 by the timing chain A, and this hand of cut is the direction of a tooth lead angle. And inside the shoe housing 2, as shown in drawing 2 , two or more (this example three) formation of the crevice 6 of an abbreviation flabellate form is carried out.

[0020] On the other hand, the follower member C is equipped with a cam shaft D and the vane rotor 7 rotated to one. When this vane rotor 7 is equipped with the locating

hole 9 which fits each other into the gage pin 8 which fixed to the cam shaft D and that gage pin 8 and locating hole 9 fit in each other, positioning of the vane rotor 7 to a cam shaft D is made. Moreover, the vane rotor 7 is fixed to the edge of a cam shaft D with the bolt 10 concluded by the cam shaft D.

[0021] The vane rotor 7 is equipped with the vane 12 which divides the inside of the crevice 6 of the shoe housing 2 to tooth-lead-angle room 6a and lag room 6b, and the vane rotor 7 is formed rotatable within the predetermined include angle to the shoe housing 2. Tooth-lead-angle room 6a and lag room 6b are oil pressure rooms surrounded by the shoe housing 2, a sealing strip 4, and the vane rotor 7, and each indoor fluid-tight nature is maintained by seal member 12a arranged into the slot of the peripheral face of the vane rotor 7, or the tip slot of a vane 12. In addition, of oil pressure, tooth-lead-angle room 6a is an oil pressure room for driving a vane 12 to a tooth-lead-angle side, and is formed in the crevice 6 of the method opposite side of anti-rotation of a vane 12, and conversely, lag room 6b is an oil pressure room for driving a vane 12 to a lag side with oil pressure, and is formed in the crevice 6 of the method opposite side of rotation of a vane 12.

[0022] The valve timing adjusting device 1 carries out the feeding and discarding of the fluid (oil) to tooth-lead-angle room 6a and lag room 6b, and an actuation oil pressure generating means to make tooth-lead-angle room 6a and lag room 6b generate an oil pressure difference, and to make them rotate the vane rotor 7 is established. This actuation oil pressure generating means is a means for carrying out relative rotation of the vane rotor 7 to the shoe housing 2 by making tooth-lead-angle room 6a and lag room 6b generate an oil pressure difference.

[0023] An example of this means is shown in drawing 1 and drawing 3. This actuation oil pressure generating means By the oil pump 13 driven with a crankshaft, and this oil pump 13 The oil fed The 2nd selector valve 16 for carrying out the drain also of the tooth-lead-angle room 6a to coincidence, when [ at which the change drive of the 1st selector valve 14 changed and supplied to tooth-lead-angle room 6a or lag room 6b and this 1st selector valve 14 is carried out ] the drain of an actuator 15 and the lag room 6b is carried out the 1st electromagnetism, and this 2nd selector valve 16 a change drive is carried out -- it consists of an actuator 17, the above 1st, and control unit (following, ECU) 18 grade that controls actuators 15 and 17 the 2nd electromagnetism the 2nd electromagnetism.

[0024] this ECU18 makes tooth-lead-angle room 6a and lag room 6b generate the 1st and to control actuators 15 and 17 2nd electromagnetism and corresponding to engine operational status actuation oil pressure according to the operational status of

engines, such as a crank angle detected by various sensors, an engine speed, and accelerator opening, and is detailed — about duty ratio control of an actuator 15, it mentions later the 1st electromagnetism.

[0025] Next, the lock device for fixing the vane rotor 7 to a predetermined cadaveric position phase is explained. One of the vanes 12 is equipped with the stopper pin 20 for fixing the rotation location of the vane rotor 7 to the predetermined cadaveric position phase (for example, location rotated from the maximum lag location to 10-degree tooth-lead-angle side) at the time of engine starting. The lock structure of the shoe housing 2 and the vane rotor 7 by this stopper pin 20 is explained.

[0026] A stopper pin 20 is inserted into the insertion hole formed in the vane 12, and it is being fixed so that it may not jump out more than the specified quantity with the stopper ring 21. The energization force of going to a front-side by the compression spring 22 is applied to the stopper pin 20. And after the head (front-side edge) of a stopper pin 20 has fitted into stopper hole 23a in the stopper bush 23 of the shape of a ring which fixed in the shoe housing 2, the vane rotor 7 is locked to the shoe housing 2.

[0027] The field of the front-side of a stopper pin 20 is open for free passage with lag room 6b with the slot (not shown) formed in the shoe housing 2, and it is established so that a stopper pin 20 may be energized to a lock discharge side (rear-side) with the oil pressure of lag room 6b. the collar which receives oil pressure in the pars intermedia of a stopper pin 20 from both a front-side and a rear-side — the flange 24 of a \*\* is formed. The oil sac (front oil sac) 25 of the front-side of a flange 24 is formed so that it may be open for free passage with lag room 6b, where a lock is canceled, and it energizes a stopper pin 20 to a lock discharge side (rear-side) with the oil pressure of lag room 6b.

[0028] On the other hand, the oil sac (rear oil sac) 26 of the rear-side of a flange 24 is open for free passage with tooth-lead-angle room 6a through the cave hole 27 formed in the vane 12, and it is prepared so that a stopper pin 20 may be energized to a lock side (front-side) with the oil pressure of tooth-lead-angle room 6a. Moreover, the rear oil sac 26 is formed possible [ tooth-lead-angle room 6a and a free passage ] through the slanting hole 28 formed in the vane rotor 7, and the slot 29 formed in the sealing strip 4. The slot 29 formed in the sealing strip 4 makes tooth-lead-angle room 6a and the rear oil sac 26 open for free passage through the slanting hole 28, while the vane 12 (stopper pin 20) is rotating to the tooth-lead-angle side, as shown in drawing 3 , but while the stopper pin 20 is rotating to the maximum lag side, a free passage with the slanting hole 28 is intercepted.

[0029] When a slot 29 pierced and processes a sealing strip 4 from sheet metal, it is the oilway formed in coincidence, and this slot 29 (punching oilway) is inserted between the shoe housing 2 and a sprocket 3, and is intercepted with the exterior (atmospheric air).

[0030] Next, the assistant spring 31 is explained. The assistant spring 31 with which the valve timing adjusting device 1 consists of a torsion coil spring which energizes the follower member C to a tooth-lead-angle side to a driving member B is formed. In case this assistant spring 31 suspends an engine, it is for making the vane rotor 7 easy to rotate from the maximum lag location to a lock location. Only when the vane rotor 7 is located in predetermined lag field \*\* (it is a field by the side of a lag from a lock location) When the vane rotor 7 is energized to a tooth-lead-angle side and the vane rotor 7 is located in tooth-lead-angle field \*\* (it is a field by the side of a tooth lead angle from a lock location), the energization force of the assistant spring 31 does not act on the vane rotor 7.

[0031] As this assistant spring 31 is shown in drawing 1 , it is directly contained inside the spring hold section 32 formed in the hard sprocket 3, and end 31a of the assistant spring 31 is held in the hook slot 33 formed in the sprocket 3. Other end 31b of the assistant spring 31 is inserted in the rotation wall 34 formed in the sprocket 3, and rotation of the predetermined range (range equivalent to lag field \*\*) is possible for it.

[0032] On the other hand, the engagement pin 35 in which other end 31b of the assistant spring 31 and engagement are possible is pressed fit in the field of the rear-side of the vane rotor 7. It misses for freeing rotation of the engagement pin 35 in the field of the front-side of a sprocket 3, and the slot 36 is formed in it. Moreover, the radii aperture 37 which makes the engagement pin 35 penetrate is formed in the sealing strip 4, and Kaisei of this radii aperture 37 is carried out to an approximate circle arc so that the engagement pin 35 can rotate from the maximum lag location to the maximum tooth-lead-angle location. Since the assistant spring 31 engages with the vane rotor 7 by the above configurations, only when the vane rotor 7 is located in lag field \*\* (lock location lag side), it receives the energization force of going to a tooth-lead-angle side.

[0033] Next, the actuation at the time of an engine shutdown and engine starting is explained. If a stop order is given to an engine, while the drain of the lag room 6b side will be carried out by work of ECU18, oil pressure is supplied to the tooth-lead-angle room 6a side. Since it is energized with the assistant spring 31 at the tooth-lead-angle side when the vane rotor 7 is located in lag field \*\* even if the oil pressure supplied to tooth-lead-angle room 6a by the rise of an oil temperature is

falling at this time, the vane rotor 7 rotates certainly to a tooth-lead-angle side (tooth-lead-angle field \*\*) rather than a lock location. If the vane rotor 7 rotates to a tooth-lead-angle side rather than a lock location, as shown in drawing 3, oil pressure will be supplied to the rear oil sac 26 through a slot 29 and a cave hole 27. Then, the force which extrudes a stopper pin 20 to a front-side with a compression spring 22 exceeds, and a stopper pin 20 contacts the shoe housing 2. An engine stops in this condition.

[0034] If an engine starts, the drain of both tooth-lead-angle room 6a and the lag room 6b will be carried out by work of ECU18. And a driving member B drives to a tooth-lead-angle side with a crankshaft. Since the energization force of the assistant spring 31 is not received since the vane rotor 7 exists in tooth-lead-angle field \*\* at this time, but the load of a cam shaft D is added to the follower member C, if the shoe housing 2 rotates to a tooth-lead-angle side, the vane rotor 7 will move to a lag side relatively. And if the phase location of the vane rotor 7 rotates to a lock location, a stopper pin 20 fits into stopper hole 23a in an operation of a compression spring 22, and the shoe housing 2 and the vane rotor 7 lock with a predetermined cadaveric position phase as a result. That is, engine starting can be ensured where the cam shaft D of an inspired air flow path is locked in a predetermined cadaveric position phase.

[0035] Therefore, in the valve timing adjusting device 1 of this 1st example, since engine starting can be ensured where the vane rotor 7 is locked in a predetermined cadaveric position phase and an intake valve becomes the optimal valve timing suitable for starting at the time between the engine colds, poor engine starting is lost and engine starting time amount can be shortened. Moreover, since after engine pre-heating can be made into the optimal valve timing suitable for the engine which carried out pre-heating, it can improve the improvement in an output of an engine, and emission.

[0036] Next, the example concerning invention of claim 2 is explained. ECU18 is what is constituted with the electronic control unit of the common knowledge equipped with CPU, RAM, ROM, input/output port, etc. to the ROM The engine speed detected by various sensors at the time of operation of an engine, The phase angle (target phase) of the vane rotor 7 which was suitable for engine operational status from accelerator opening, engine water temperature, etc. is computed. The program which carries out duty ratio control of the actuator 15 the 1st electromagnetism by PD control so that it may be in agreement with a phase with the actual phase of the target is written in.

[0037] In addition, in order to detect engine operational status to ECU18, the

detection sensor and the cam-shaft include-angle detection sensor which detects the angle of rotation of the cam shaft D of an inspired air flow path are connected to it whenever [ crank angle / which detects the angle of rotation of a crankshaft other than sensors ], and the actual phase of the vane rotor 7 is detected from the angle of rotation of a crankshaft, and the angle of rotation of a cam shaft D.

[0038] As mentioned above, since the assistant spring 31 is what energizes the vane rotor 7 to a tooth-lead-angle side only when the vane rotor 7 is located in lag field \*\*, as shown in drawing 5 (a), the case where the vane rotor 7 is located in lag field \*\* differs in the change rate of the vane rotor 7 by making a presetting phase (variation rate point) into a boundary line from the case where it is located in tooth-lead-angle field \*\*. In addition, drawing 5 (b) is the schematic diagram of the regulatory region distinguished in ECU18.

[0039] For this reason, ECU18 is with the case where the vane rotor 7 is located in lag field \*\*, and the case where the vane rotor 7 is located in tooth-lead-angle field \*\*, and it is prepared so that a separate control value (a lag side maintenance control value and tooth-lead-angle side maintenance control value) may be changed and used and duty ratio control of the actuator 15 may be carried out the 1st electromagnetism (function of a control value change means). (When the vane rotor 7 is located in lag field \*\*) At the time of a hold mode (a target phase is a fixed condition), the control duty ratio of an actuator 15 is given as a lag side maintenance control value (duty value) the 1st electromagnetism. At the time of feedback control (condition that a target phase differs from an actual phase), the duty ratio of an actuator 15 is given the 1st electromagnetism as a lag side maintenance control value (duty value) +P controlled-variable +D controlled variable.

[0040] (When the vane rotor 7 is located in tooth-lead-angle field \*\*) At the time of a hold mode, the duty ratio of an actuator 15 is given as a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty value) the 1st electromagnetism. At the time of feedback control, the duty ratio of an actuator 15 is given the 1st electromagnetism as a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty value) +P controlled-variable +D controlled variable. In addition, the above-mentioned P controlled variable is a proportional control value by the difference of a target phase and an actual phase, and the above-mentioned D controlled variable is a derivative-control value by the difference of a target phase and an actual phase.

[0041] That is, when the vane rotor 7 is located in lag field \*\* and the vane rotor 7 is located in tooth-lead-angle field \*\*, using a lag side maintenance control value (duty value) as a control value, a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty

value) is used as a control value.

[0042] Thus, since it is controlling using a separate control value in lag field \*\* and tooth-lead-angle field \*\*, even if the change rates of the vane rotor 7 differ by lag field \*\* and tooth-lead-angle field \*\*, the actual phase of the vane rotor 7 is quickly [ correctly and ] controllable to a target phase. Moreover, since a maintenance control value (duty ratio) changes to a lag side maintenance control value (duty ratio) and a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) as shown in drawing 6 (a) when the vane rotor 7 crosses and displaces the presetting phase of lag field \*\* and tooth-lead-angle field \*\* as shown in drawing 6 (b), the actual phase of the vane rotor 7 is smoothly controllable to a target phase.

[0043] Next, the example concerning invention of claim 3 is explained. When not completed as a target phase by the actual phase of the vane rotor 7, ECU18 is formed so that a maintenance control value (duty ratio) may be corrected. That is, when not being completed as a target phase by the vane rotor 7 in the condition of lag field \*\*, a lag side maintenance control value (duty ratio) is corrected, and when not being completed as a target phase by the vane rotor 7 in the condition of tooth-lead-angle field \*\*, it is prepared so that a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) may be corrected. In addition, in the field (neutral zone field) of the middle rotation range alpha mentioned later, an adjusted value is not learned, but it is prepared in the field of the 1st and 2nd rotation range beta and gamma so that it may learn, so that it may mention later.

[0044] And when changing a maintenance control value (duty ratio) in order to converge an actual phase on a target phase when the presetting phase which ECU18 recognizes differs from an actual presetting phase, and when the actual phase and the target phase are straddling the presetting phase, the maintenance control value (duty ratio) changes a lot (for example, duty ratio is larger than 2 – 3%, and it changes).

[0045] When the variation (the amount of modification) of this maintenance control value (duty ratio) is larger than predetermined, ECU18 judges that the presetting phase which ECU18 recognizes differs from an actual presetting phase, and it is prepared so that the actual phase after correction may be learned as an actual presetting phase. As shown in drawing 7 (b), an actual phase is specifically lag field \*\*. When a lag side maintenance control value (duty ratio) is corrected so that the actual phase may turn into a target phase, as shown in the broken line of drawing 7 (a) When a lag side maintenance control value (duty ratio) changes to a tooth-lead-angle side a lot than a predetermined value (2 – 3%), the phase of the vane rotor 7 after correction is learned as a presetting phase (the variation rate of lag field \*\* and tooth-lead-angle

field \*\* point) (variation rate function of a point study means).

[0046] On the contrary, when an actual phase corrects a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) by tooth-lead-angle field \*\* so that the actual phase may turn into a target phase, When the tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) changes to a lag side a lot than a predetermined value (2 - 3%), the phase of the vane rotor 7 after correction is learned as a presetting phase (the variation rate of lag field \*\* and tooth-lead-angle field \*\* point) (variation rate function of a point study means). In addition, when the amount of modification of a maintenance control value (duty ratio) is smaller than a predetermined value (2 - 3%), ECU18 does not perform study of a presetting phase, but recognizes the value learned last time as a presetting phase.

[0047] For this reason, since an exact presetting phase is detected and learned even if it is a case so that a presetting phase (variation rate point) may change with an attachment error or aging, control of lag field \*\* which separates through that presetting phase, and control of tooth-lead-angle field \*\* can be changed correctly, and the actual phase of the vane rotor 7 can be smoothly controlled by the valve timing adjusting device 1 of this example to a target phase as a result.

[0048] Next, the example concerning invention of claim 4 is explained. As mentioned above, the phase of the target of the vane rotor 7 is predetermined time regularity, and when not completed as a target phase by the actual phase, ECU18 is formed so that a maintenance control value (duty ratio) may be changed. That is, when not being completed as a target phase by the vane rotor 7 [ fixed time amount ] in the condition of lag field \*\*, a lag side maintenance control value (duty ratio) is changed, and when not being completed as a target phase by the vane rotor 7 [ fixed time amount ] in the condition of tooth-lead-angle field \*\*, it is prepared so that a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) may be changed.

[0049] On the other hand, from the middle rotation range alpha which contains a presetting phase (variation rate point) as shown in drawing 8 (b), and this middle rotation range alpha, as for ECU18, the rotation range of the vane rotor 7 is prepared by the 1st rotation range beta by the side of a lag, and the middle rotation range alpha so that the 2nd rotation range gamma by the side of a tooth lead angle may be distinguished (function of a rotation range distinction means).

[0050] And a lag side maintenance control value (duty ratio) is changed into the control value which an actual phase converges on a target phase, and when the vane rotor 7 is the 1st rotation range beta and it is not being completed as a target phase by the vane rotor 7 [ fixed time amount ], it is prepared in ECU18 so that the changed

control value may be learned (function of a lag side study means). Moreover, a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) is changed into the control value which an actual phase converges on a target phase, and when the vane rotor 7 is the 2nd rotation range gamma and it is not being completed as a target phase by the vane rotor 7 [ fixed time amount ], it is prepared in ECU18 so that the changed control value may be learned (function of a tooth-lead-angle side study means). Furthermore, to ECU18, when the vane rotor 7 is the middle rotation range alpha Although an actual phase changes temporarily a lag side maintenance control value (duty ratio) or a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) into the control value converged on a target phase when not being completed as a target phase by the vane rotor 7 [ fixed time amount ] The changed control value is established so that it may not learn.

[0051] That is, when the vane rotor 7 is the middle rotation range alpha As shown in drawing 9 (c), when not being completed as a target phase by the vane rotor 7 [ fixed time amount ], as shown in the broken line of drawing 9 (b) Although an actual phase changes temporarily a lag side maintenance control value (duty ratio) or a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) into the control value converged on a target phase, the changed control value is not learned.

[0052] Thus, in the 1st rotation range beta by the side of a lag, and the 2nd rotation range gamma by the side of a tooth lead angle, the changed control value is learned and the actual phase of the vane rotor 7 can be controlled by the valve timing adjusting device 1 of this example quickly and correctly to a target phase. Moreover, when the vane rotor 7 is the middle rotation range alpha, a control value is changed, the actual phase is controlled by the valve timing adjusting device 1 of this example to the target phase, but in order not to learn that changed control value, the control value mistaken by the boundary part of a presetting phase is not learned. For this reason, turbulence of control by incorrect study does not occur, but the actual phase of the vane rotor 7 can be controlled to a target phase quickly and correctly.

[0053] [Modification(s)] -- when the rotation location (phase) of the vane rotor 7 was located in lag field \*\*, the lag side maintenance control value (duty ratio) used, and when the rotation location (phase) of the vane rotor 7 is located in tooth-lead-angle field \*\*, in the example of the account of a top, the example which switched the maintenance control value (duty ratio) with the presetting phase as the starting point was shown so that a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio) might be used. As shown in drawing 10 , however, for example, the rotation location (phase) of the vane rotor 7 It classifies into the middle rotation location alpha (neutral

zone field), the 1st rotation range  $\beta$  by the side of a lag, and the 2nd rotation range  $\gamma$  by the side of a tooth lead angle. When the rotation location (phase) of the vane rotor 7 is located in the middle rotation location  $\alpha$  (neutral zone field), you may prepare so that the rotation location of the vane rotor 7 may be controlled using the control value (duty ratio) of the middle rotation location  $\alpha$  (neutral zone field). As an example of the control value (duty ratio) of this middle rotation location  $\alpha$  (neutral zone field), as shown in drawing 10, the maintenance control value (duty ratio) in the middle rotation location  $\alpha$  (neutral zone field) may be calculated from that function using the function (for example, linearization) using a lag side maintenance control value (duty ratio) and a tooth-lead-angle side maintenance control value (duty ratio).

[0054] Although the above-mentioned example showed the example which has arranged the assistant spring 31 to the sprocket 3 side of the vane rotor 7, you may arrange to the anti-sprocket 3 side. Although the above-mentioned example showed the example which the vane rotor 7 fixes at the edge of a cam shaft D, a cam shaft D may apply this invention to the valve timing adjusting device 1 of the type which penetrates the interior of the vane rotor 7. Although the above-mentioned example showed the example which applied this invention to the valve timing adjusting device 1 attached in the cam shaft D of an inspired air flow path, this invention may be applied to the valve timing adjusting device 1 attached in the cam shaft D of an exhaust side.

[0055] Although the above-mentioned example showed the example which a stopper pin 20 moves in the direction of a front, and fits into stopper hole 23a, you may prepare so that a stopper pin 20 may move in the rear direction and it may fit into stopper hole 23a, and you may prepare so that a stopper pin 20 may be moved in the direction of a path and it may fit into stopper hole 23a. Moreover, although the example which contained the stopper pin 20 to the vane rotor 7 side was shown, a stopper pin 20 may be contained to the shoe housing 2 side, and the vane rotor 7 may be made to lock.

[0056] Although the above-mentioned example showed the example which formed three crevices 6 in the shoe housing 2, and formed three vanes 12 in the periphery section of the vane rotor 7, as long as the number of crevices 6 and the number of vanes 12 are one or more than it constitutionally, they may not be cared about without limit, and may make other numbers the number of crevices 6, and the number of vanes 12. It is got blocked, for example, two crevices 6 are formed in the shoe housing 2, two vanes 12 may be formed in the periphery section of the vane rotor 7, four crevices 6 may be formed in the shoe housing 2, and four vanes 12 may be

formed in the periphery section of the vane rotor 7.

[0057] Although the example which the shoe housing 2 rotates with a crankshaft (driving shaft), and the vane rotor 7 rotates with a cam shaft D (follower shaft) was shown, you may constitute from an above-mentioned example so that the vane rotor 7 may rotate with a crankshaft (driving shaft) and the shoe housing 2 may rotate with a cam shaft D (follower shaft).

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view in alignment with the shaft orientations of a valve timing adjusting device.

[Drawing 2] It is drawing showing the interior of shoe housing.

[Drawing 3] It is the approximate account Fig. of lock structure.

[Drawing 4] It is drawing showing the interior of a sprocket.

[Drawing 5] It is drawing showing the change rate and regulatory region of a vane rotor in a lag field and a tooth-lead-angle field.

[Drawing 6] It is the change explanatory view of the control value (maintenance duty ratio) in a lag field and a tooth-lead-angle field.

[Drawing 7] It is the explanatory view of the phase when detecting a presetting phase, and a control value (maintenance duty ratio).

[Drawing 8] It is the explanatory view showing the neutral zone field of control value (maintenance duty ratio) study.

[Drawing 9] It is the actuation explanatory view showing the neutral zone field of control value (maintenance duty ratio) study.

[Drawing 10] It is the explanatory view of the control value (maintenance duty ratio) in the 1st rotation range, the middle rotation range, and the 2nd rotation range.

### [Description of Notations]

A The timing chain driven with a crankshaft

B Driving member

C Follower member

D Cam shaft (follower shaft)

1 Valve Timing Adjusting Device

2 Shoe Housing

6 Crevice

6a Tooth-lead-angle room

6b Lag room

7 Vane Rotor

12 Vane

18 ECU (Control Unit)

31 Assistant Spring

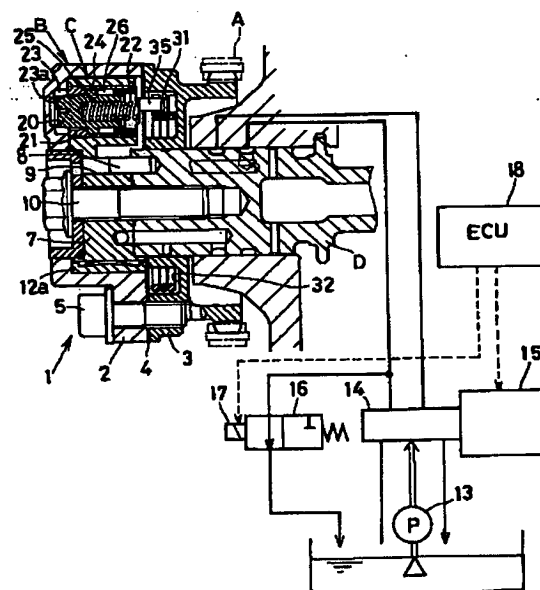
\*\* Lag field

\*\* Tooth-lead-angle field

alpha Middle rotation range

beta The 1st rotation range by the side of a lag

gamma The 2nd rotation range by the side of a tooth lead angle



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の駆動軸によって回転駆動される駆動部材と、

この駆動部材の回転トルクをバルブ開閉用の従動軸に伝達する従動部材と、

前記駆動部材に対して前記従動部材を進角側へ付勢するアシストスプリングとを備え、

前記駆動部材の回転に対して前記従動部材の回転に位相差を生じさせることにより、バルブの開閉時期を調整するバルブタイミング調整装置であって、

前記アシストスプリングは、前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、前記従動部材を進角側へ付勢する、あるいは前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、進角領域に位置する場合よりも強く前記従動部材を進角側へ付勢するように設けられたことを特徴とするバルブタイミング調整装置。

【請求項 2】 内燃機関の駆動軸によって回転駆動される駆動部材と、

この駆動部材の回転トルクをバルブ開閉用の従動軸に伝達する従動部材と、

前記駆動部材に対して前記従動部材を進角側へ付勢するアシストスプリングと、

前記駆動部材の回転に対して前記従動部材の回転に位相差を生じさせる油圧アクチュエータと、

前記内燃機関の運転状態を検出する手段を備え、その手段によって検出される運転状態に応じて前記油圧アクチュエータを制御する制御装置と、を備えたバルブタイミング調整装置であって、

前記アシストスプリングは、前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、前記従動部材を進角側へ付勢する、あるいは前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、進角領域に位置する場合よりも強く前記従動部材を進角側へ付勢するように設けられ、

前記制御装置は、

前記従動部材の位相位置が前記遅角領域に位置する場合、前記遅角領域における前記アシストスプリングの付勢力を加味した遅角側制御値を用いて前記油圧アクチュエータを制御し、

前記従動部材の位相位置が前記進角領域に位置する場合、前記進角領域における前記アシストスプリングの付勢力を加味した進角側制御値を用いて前記油圧アクチュエータを制御することを特徴とするバルブタイミング調整装置。

【請求項 3】 内燃機関の駆動軸によって回転駆動される駆動部材と、

この駆動部材の回転トルクをバルブ開閉用の従動軸に伝達する従動部材と、

前記駆動部材に対して前記従動部材を進角側へ付勢するアシストスプリングと、

前記駆動部材の回転に対して前記従動部材の回転に位相

2

差を生じさせる油圧アクチュエータと、

前記内燃機関の運転状態を検出する手段を備え、その手段によって検出される運転状態に応じて前記油圧アクチュエータを制御する制御装置と、を備えたバルブタイミング調整装置であって、

前記アシストスプリングは、前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、前記従動部材を進角側へ付勢する、あるいは前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、進角領域に位置する場合よりも強く前記従動部材を進角側へ付勢するように設けられ、

前記制御装置は、

前記駆動部材に対する前記従動部材の実際の位相を検出する手段と、

前記従動部材の位相位置が前記遅角領域に位置する場合に、前記遅角領域における前記アシストスプリングの付勢力を加味した遅角側制御値を用いて前記油圧アクチュエータを制御し、前記従動部材の位相位置が前記進角領域に位置する場合、前記進角領域における前記アシストスプリングの付勢力を加味した進角側制御値を用いて前記油圧アクチュエータを制御する制御値切替手段と、実際の位相が目標の位相となるように前記遅角側制御値あるいは前記進角側制御値を修正する修正手段と、この修正手段による修正量が所定値よりも大きい場合に、その時の実際の位相を前記遅角領域と前記進角領域との変位点として学習する変位点学習手段とを備えることを特徴とするバルブタイミング調整装置。

【請求項 4】 内燃機関の駆動軸によって回転駆動される駆動部材と、

この駆動部材の回転トルクをバルブ開閉用の従動軸に伝達する従動部材と、

前記駆動部材に対して前記従動部材を進角側へ付勢するアシストスプリングと、

前記駆動部材の回転に対して前記従動部材の回転に位相差を生じさせる油圧アクチュエータと、

前記内燃機関の運転状態を検出する手段を備え、その手段によって検出される運転状態に応じて前記油圧アクチュエータを制御する制御装置と、を備えたバルブタイミング調整装置であって、

前記アシストスプリングは、前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、前記従動部材を進角側へ付勢する、あるいは前記従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、進角領域に位置する場合よりも強く前記従動部材を進角側へ付勢するように設けられ、

前記制御装置は、

前記駆動部材に対する前記従動部材の位相を検出する手段と、

前記従動部材の回転範囲が、前記遅角領域と前記進角領域の変位点を含む中間回転範囲か、この中間回転範囲よりも遅角側の第 1 回転範囲か、前記中間回転範囲よりも進角側の第 2 回転範囲かを区別する回転範囲判別手段

50

と、

実際の位相が目標の位相となるように前記遅角側制御値あるいは前記進角側制御値を修正する修正手段と、前記従動部材の回転範囲が前記第 1 回転範囲で、且つ前記従動部材の位相が所定時間一定の場合に、前記油圧アクチュエータの制御値を遅角側制御値として学習する遅角側学習手段と、前記従動部材の回転範囲が前記第 2 回転範囲で、且つ前記従動部材の位相が所定時間一定の場合に、前記油圧アクチュエータの制御値を進角側制御値として学習する進角側学習手段とを備え、前記従動部材の回転範囲が前記中間回転範囲の時は、前記従動部材の位相が所定時間一定でも、前記油圧アクチュエータの制御値を学習しないように設けられていることを特徴とするバルブタイミング調整装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関（以下、エンジン）のバルブ（吸気弁あるいは排気弁）の開閉弁時期を調整するバルブタイミング調整装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】バルブタイミング調整装置として、エンジンのクランクシャフト（駆動軸に相当する）によって回転駆動される駆動部材と、カムシャフト（従動軸に相当する）とともに回転する従動部材とを備え、駆動部材に対して従動部材を相対回転させて、バルブの開閉弁時期を調整し、エンジンの出力の向上や、燃費の改善を図るものが知られている。

【0003】ここで、吸気バルブについて説明する。吸気バルブをエンジンの下死点位置よりも遅く閉じることにより、エンジンのポンピングロスを防ぎ、燃費を向上させることが知られている。しかし、エンジンの下死点位置よりも遅く吸気バルブを閉じるタイミングは、エンジン暖気後において燃費が向上する反面、エンジンの冷間時に実圧縮比が低下し、ピストンの上死点時での空気温度が十分に上昇しないため、エンジンが始動不良を起こし、始動時間が長くなったり、始動できなくなる可能性がある。

【0004】このように、エンジン冷間時に最適な吸気バルブの開閉時期は、エンジン暖気時に最適な開閉時期よりも進角側である。従って、吸気バルブのバルブタイミングを変化させるバルブタイミング調整装置には、エンジン暖気時に適した開閉弁時期とは別に、エンジン冷間始動時に適した開閉弁時期が設定できる要求がある。この要求に応える技術として、吸気バルブを開閉するカムシャフトと一体に回転する従動部材を、駆動部材に対する最遅角位置よりも所定量進角した中間位相でロックさせ、その状態でエンジン始動を行うものが知られている。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】エンジンの始動時に従動部材を中間位相でロックさせるには、エンジンの停止時に従動部材を中間位相よりも進角側に変位させておく必要がある。エンジンを停止する時の油圧は通常はアイドル回転数であるため低く、且つその油圧は油温によって大きく異なってしまう。このため、エンジンの停止時に油温が高いと、従動部材を進角側へ駆動する進角油圧が低下し、従動部材を中間位相以上に進角させることが困難となる。

【0006】これに対し、特開平 11-223112 号公報に開示されるように、アシストスプリングによって従動部材を進角側へ付勢するバルブタイミング調整装置が知られている。この公報に開示されるアシストスプリングは、最遅角から最進角の全域に亘って、一定の付勢力で従動部材を進角側へアシストするものである。このようなアシストスプリングを用いた場合、エンジンを停止した時に、従動部材が所定の中間位相よりも進角側で停止した状態であっても、エンジンを始動する場合にアシストスプリングの付勢力によってカムシャフトの遅角変位が妨げられ、始動時にすぐにカムシャフトが遅角しない場合がある。このため、従動部材が中間位相以上の進角位置で始動が行われることになり、エンジンの始動性が低下してしまう不具合があった。

#### 【0007】

【発明の目的】本発明の第 1 の目的は、従動部材を進角側へ駆動する油圧が低い状態であっても従動部材を最遅角位置よりも進角側の中間位相以上に回転させるとともに、エンジン始動のトルクが駆動部材に生じた時に、所定の中間位相以上に回転していた従動部材を所定の中間位相まで確実に回転させることができるバルブタイミング調整装置を提供することにある。

【0008】本発明の第 2 の目的は、上記の第 1 の目的を達成した場合に発生する不具合を解決することのできるバルブタイミング調整装置を提供することにある。即ち、従動部材の付勢力が遅角領域と進角領域とで異なる場合に、従動部材の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できるバルブタイミング調整装置を提供することにある。

【0009】本発明の第 3 の目的は、上記の第 2 の目的を達成した場合に発生する不具合を解決することのできるバルブタイミング調整装置を提供することにある。即ち、従動部材の付勢力が遅角領域と進角領域とで異なる場合は、その付勢力が変化する変位点（遅角領域と進角領域とが切り替わる回転点、プリセット点）が明確でないと、その変位点前後では従動部材を正確に制御ができない。そこで、第 3 の目的は、組付け誤差や経時変化によって実際の変位点に変化する場合であっても、実際の変位点を検出し、その検出した変位点をもとに従動部材の位相を制御することにより、従動部材の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できるバル

ブタイミング調整装置を提供することにある。

【0010】本発明の第4の目的も、上記の第3の目的と同様、上述した第2の目的を達成した場合に発生する不具合を解決することのできるバルブタイミング調整装置を提供することにある。即ち、従動部材の付勢力が遅角領域と進角領域とで異なる場合は、遅角側の制御値（学習値）と、進角側の制御値（学習値）が異なる。そして、従動部材への付勢力が変化する変位点の付近で学習制御が行われる場合、実際の変位点と制御装置が認識する変位点とが異なると、変位点の境界部分で誤った制御値が学習されてしまい、誤学習によって従動部材の位相制御が乱れてしまう。そこで、第4の目的は、変位点の境界部分では誤った制御値が学習されないようにして、誤学習による制御の乱れをなくし、従動部材の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できるバルブタイミング調整装置を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】〔請求項1の手段〕請求項1を採用するバルブタイミング調整装置では、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する。あるいは、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する付勢力は、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、従動部材が進角領域に位置する場合よりも強く設けられている。この結果、従動部材を進角側へ駆動する油圧が低い状態であっても従動部材を最遅角位置よりも進角側へ回転させるとともに、従動部材が中間位相よりもさらに進角側に回転している状態ではカムトルクによって従動部材が所定の中間位相に容易に戻される。このため、従動部材の位相位置を所定の中間位相に確実に回転させることができる。このため、エンジンの始動時にカムシャフトの位相を最適な中間位相に設定することができ、エンジンの始動性を高めることができる。

【0012】〔請求項2の手段〕請求項2の手段を採用するバルブタイミング調整装置では、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する。あるいは、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する付勢力は、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、従動部材が進角領域に位置する場合よりも強く設けられている。そして、従動部材の位相位置を制御する制御装置は、従動部材の位相位置が遅角領域に位置する場合、遅角領域におけるアシストスプリングの付勢力を加味した遅角側制御値を用いて油圧アクチュエータを制御し、従動部材の位相位置が進角領域に位置する場合、進角領域におけるアシストスプリングの付勢力を加味した進角側制御値を用いて油圧アクチュエータを制御する。このため、従動部材の付勢力が遅角領域と進角領域とで異なる場合であっても、従動部材の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できる。

【0013】〔請求項3の手段〕請求項3の手段を採用するバルブタイミング調整装置では、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する。あるいは、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する付勢力は、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、従動部材が進角領域に位置する場合よりも強く設けられている。そして、従動部材の位相位置を制御する制御装置は、実際の位相が目標の位相となるように遅角側制御値あるいは進角側制御値を修正した場合、その修正量が所定値よりも大きい場合に、その時の実際の位相を遅角領域と進角領域との変位点として学習するように設けられている。このため、組付け誤差や経時変化によってアシストスプリングによる付勢力の変位点が変わるような場合であっても、実際の変位点が検出されて学習されるため、その修正された実際の変位点をもとに従動部材の位相を制御することができ、従動部材の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できる。

【0014】ここで、変位点（プリセット位相）の学習条件の例を開示する。上記では、遅角側制御値あるいは進角側制御値の修正量が所定値よりも大きい場合に、その時の変位点を学習するように設けたが、次のように設けても良い。

(1) 前記制御装置は、前記駆動部材に対する前記従動部材の実際の位相を検出する実位相検出手段を備えるとともに、前記駆動部材に対する前記従動部材の位相が前記遅角領域と前記進角領域との変位点を含む所定範囲内（例えば、請求項4の中間回転範囲）の領域にあり、且つ前記内燃機関の運転状態に応じて設定された目標位相と前記実際の位相との差が所定値より大きく、且つその差が一定時間ほとんど変化しない場合に、前記駆動部材に対する前記従動部材の位相を前記遅角領域と前記進角領域との変位点として学習する変位点学習手段を備えることを特徴とする。つまり、従動部材の位相位置を制御する制御装置は、従動部材の位相が遅角領域と進角領域との変位点を含む所定範囲内（例えば、請求項4の中間回転範囲）の領域にあり、目標位相と実際の位相との差が所定値より大きく、さらにその差が一定時間ほとんど変化しない場合、その時の従動部材の位相を遅角領域と進角領域との変位点として学習するように設けられている。このように設けても、組付け誤差や経時変化によってアシストスプリングによる付勢力の変位点が変わるような場合であっても、実際の変位点が検出されて学習されるため、その修正された実際の変位点をもとに従動部材の位相を制御することができ、従動部材の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できる。

【0015】(2) 前記制御装置は、前記駆動部材に対する前記従動部材の実際の位相を検出する実位相検出手段を備えるとともに、前記駆動部材に対する前記従動部材の位相が前記遅角領域と前記進角領域との変位点を含

む所定範囲内（例えば、請求項 4 の中間回転範囲）の領域にあり、且つ前記内燃機関の運転状態に応じて設定された目標位相と前記実際の位相との差が所定値より小さく、且つ一定時間内に前記目標位相に前記実際の位相を一致させるための制御値の変更を所定回数以上行った場合に、前記駆動部材に対する前記従動部材の位相を前記遅角領域と前記進角領域との変位点として学習する変位点学習手段を備えることを特徴とする。つまり、従動部材の位相位置を制御する制御装置は、従動部材の位相が遅角領域と進角領域との変位点を含む所定範囲内（例えば、請求項 4 の中間回転範囲）の領域にあり、目標位相と実際の位相との差が所定値より小さく、さらに一定時間内に目標位相に実際の位相を一致させるための制御値の変更を所定回数以上行った場合、その時の従動部材の位相を遅角領域と進角領域との変位点として学習するように設けられている。このように設けても、組付け誤差や経時変化によってアシストスプリングによる付勢力の変位点に変化するような場合であっても、実際の変位点が検出されて学習されるため、その修正された実際の変位点をもとに従動部材の位相を制御することができ、従動部材の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できる。

【0016】〔請求項 4 の手段〕請求項 4 の手段を採用するバルブタイミング調整装置では、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合にのみ、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する。あるいは、アシストスプリングが従動部材を進角側へ付勢する付勢力は、従動部材が所定の遅角領域に位置する場合の方が、従動部材が進角領域に位置する場合よりも強く設けられている。そして、従動部材の位相位置を制御する制御装置は、従動部材の回転範囲が遅角領域と進角領域の変位点を含む中間回転範囲の時は従動部材の位相が所定時間一定でも、制御値を学習しないように設けられている。このように、変位点の境界部分で誤った制御値が学習されないため、誤学習による制御の乱れが発生せず、従動部材の実際の位相を素早く、且つ正確に目標の位相に制御できる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、実施例と変形例を用いて説明する。

〔実施例〕実施例を図 1～図 9 を参照して説明する。なお、図 1～図 4 はバルブタイミング調整装置の構造を示す図であり、図 1 はバルブタイミング調整装置の軸方向に沿う断面図、図 2 はシュウハウジングの内部を示す図、図 3 はロック機構の説明図、図 4 はアシストスプリングの配置を示す図である。本実施例で示すバルブタイミング調整装置は、吸気バルブと排気バルブが独立したカムシャフトによって駆動される DOHC エンジンの吸気側のカムシャフトに取り付けられるものであり、吸気バルブの開閉タイミングを連続的に可変可能なものであ

る。また、この実施例では、図 1 の左側をフロント側、右側をリヤ側として説明する。

【0018】バルブタイミング調整装置 1 は、クランクシャフトよりタイミングチェーン A（またはタイミングベルト等）を介して駆動される駆動部材 B と、この駆動部材 B によって駆動されて、その駆動トルクをカムシャフト D に伝達する従動部材 C とに大別されるものであり、シュウハウジング 2 内に構成される油圧アクチュエータによって駆動部材 B に対して従動部材 C を相対的に回転駆動して、カムシャフト D を進角側あるいは遅角側へ変化させるものである。

【0019】駆動部材 B は、内部に油圧アクチュエータが構成されるシュウハウジング 2 とタイミングチェーン A が架け渡されるスプロケット 3 を備え、クランクシャフトと同期して回転するものであり、シュウハウジング 2 とスプロケット 3 との間には、シュウハウジング 2 の内部に形成される油室（後述する進角室 6 a、遅角室 6 b）のリヤ側を閉塞するシールプレート 4 が介在されている。これらシュウハウジング 2、スプロケット 3 およびシールプレート 4 は複数のボルト 5 によって強固に締結されている。なお、駆動部材 B は、タイミングチェーン A によって、図 2 において時計方向に回転するものであり、この回転方向が進角方向である。そして、シュウハウジング 2 の内部には、図 2 に示すように、略扇状の凹部 6 が複数（この実施例では 3 つ）形成されている。

【0020】一方、従動部材 C は、カムシャフト D と一体に回転するベーンロータ 7 を備える。このベーンロータ 7 は、カムシャフト D に固着された位置決めピン 8 に嵌まり合う位置決め穴 9 を備えるものであり、その位置決めピン 8 と位置決め穴 9 が嵌まり合うことによって、カムシャフト D に対するベーンロータ 7 の位置決めがなされている。また、ベーンロータ 7 は、カムシャフト D に締結されるボルト 10 によってカムシャフト D の端部に固定されるものである。

【0021】ベーンロータ 7 は、シュウハウジング 2 の凹部 6 内を進角室 6 a と遅角室 6 b に区画するベーン 12 を備えるものであり、ベーンロータ 7 はシュウハウジング 2 に対して所定角度内で回転可能に設けられている。進角室 6 a および遅角室 6 b は、シュウハウジング 2、シールプレート 4 およびベーンロータ 7 に囲まれる油圧室であり、ベーンロータ 7 の外周面の溝やベーン 12 の先端溝に配置したシール部材 12 a 等によって各室内の液密性が保たれている。なお、進角室 6 a は油圧によってベーン 12 を進角側へ駆動するための油圧室であってベーン 12 の反回転方向側の凹部 6 内に形成されるものであり、逆に、遅角室 6 b は油圧によってベーン 12 を遅角側へ駆動するための油圧室であってベーン 12 の回転方向側の凹部 6 内に形成されるものである。

【0022】バルブタイミング調整装置 1 は、進角室 6 a および遅角室 6 b に流体（オイル）を給排して、進角

室6aと遅角室6bに油圧差を発生させてベーンロータ7を回動させる作動油圧発生手段が設けられている。この作動油圧発生手段は、進角室6aと遅角室6bに油圧差を発生させることによって、ベーンロータ7をシューハウジング2に対して相対回転させるための手段である。

【0023】この手段の一例を図1、図3に示す。この作動油圧発生手段は、クランクシャフトによって駆動されるオイルポンプ13、このオイルポンプ13によって圧送されるオイルを進角室6aまたは遅角室6bに切り替えて供給する第1切替弁14、この第1切替弁14を切替駆動する第1電磁アクチュエータ15、遅角室6bがドレインされている時に進角室6aも同時にドレインさせるための第2切替弁16、この第2切替弁16を切替駆動する第2電磁アクチュエータ17、上記第1、第2電磁アクチュエータ15、17を制御する制御装置（以下、ECU）18等から構成される。

【0024】このECU18は、各種センサによって検出されるクランク角、エンジン回転速度、アクセル開度等のエンジンの運転状態に応じて第1、第2電磁アクチュエータ15、17を制御して、エンジンの運転状態に応じた作動油圧を進角室6aと遅角室6bに発生させるものであり、詳細な第1電磁アクチュエータ15のデューティ比制御については後述する。

【0025】次に、ベーンロータ7を所定の中間位相に固定するためのロック機構を説明する。ベーン12の1つには、エンジンの始動時にベーンロータ7の回動位置を所定の中間位相（例えば、最遅角位置から10°進角側へ回転した位置）に固定しておくためのストッパピン20が装着されている。このストッパピン20によるシューハウジング2とベーンロータ7のロック構造を説明する。

【0026】ストッパピン20は、ベーン12に形成された挿通穴内に挿入され、ストッパリング21により、所定量以上飛び出ないように固定されている。ストッパピン20には、圧縮コイルバネ22によってフロント側に向かう付勢力が加えられている。そして、シューハウジング2に固着されたリング状のストッパブッシュ23内のストッパ穴23aにストッパピン20の頭部（フロント側端部）が嵌合した状態で、シューハウジング2に対してベーンロータ7がロックされる。

【0027】ストッパピン20のフロント側の面は、シューハウジング2に形成された溝（図示しない）によって遅角室6bと連通しており、遅角室6bの油圧によってストッパピン20をロック解除側（リヤ側）へ付勢するように設けられている。ストッパピン20の中間部には、フロント側およびリヤ側の両方から油圧を受ける鐮状のフランジ部24が形成されている。フランジ部24のフロント側の油室（フロント油室）25は、ロックが解除された状態で遅角室6bと連通するように設けられ

ており、遅角室6bの油圧によってストッパピン20をロック解除側（リヤ側）へ付勢する。

【0028】一方、フランジ部24のリヤ側の油室（リヤ油室）26は、ベーン12に形成された横穴27を介して進角室6aと連通しており、進角室6aの油圧によってストッパピン20をロック側（フロント側）へ付勢するように設けられている。また、リヤ油室26は、ベーンロータ7に形成された斜め穴28と、シールプレート4に形成された長穴29を介して進角室6aと連通可能に設けられている。シールプレート4に形成された長穴29は、図3に示すようにベーン12（ストッパピン20）が進角側に回動しているときに進角室6aとリヤ油室26を斜め穴28を介して連通させるものであるが、ストッパピン20が最遅角側に回動しているときは斜め穴28との連通が遮断されるものである。

【0029】長穴29は、シールプレート4を薄板から打ち抜き加工した際に同時に形成された油路であり、この長穴29（打ち抜き油路）はシューハウジング2とスプロケット3との間に挟まれて外部（大気）と遮断されるものである。

【0030】次にアシストスプリング31について説明する。バルブタイミング調整装置1は、駆動部材Bに対して従動部材Cを進角側へ付勢するねじりコイルバネよりなるアシストスプリング31が設けられている。このアシストスプリング31は、エンジンを停止する際に、ベーンロータ7を最遅角位置からロック位置へ回転し易くするためのものであり、ベーンロータ7が所定の遅角領域①（ロック位置よりも遅角側の領域）に位置する場合にのみ、ベーンロータ7を進角側へ付勢するものであり、ベーンロータ7が進角領域②（ロック位置よりも進角側の領域）に位置する時は、アシストスプリング31の付勢力はベーンロータ7に作用しないものである。

【0031】このアシストスプリング31は、図1に示すように硬質なスプロケット3に形成されたスプリング収容部32の内部に直接収納されるものであり、アシストスプリング31の一端31aはスプロケット3に形成されたフック溝33に保持される。アシストスプリング31の他端31bはスプロケット3に形成された回動壁34内に挟まれて所定範囲（遅角領域①に相当する範囲）の回動が可能なるものである。

【0032】一方、ベーンロータ7のリヤ側の面には、アシストスプリング31の他端31bと係合可能な係合ピン35が圧入されている。スプロケット3のフロント側の面には、係合ピン35の回動を自由にするための逃がし溝36が形成されている。また、シールプレート4には、係合ピン35を貫通させる円弧窓37が形成されており、この円弧窓37は係合ピン35が最遅角位置から最進角位置まで回動できるように略円弧状に開成されたものである。アシストスプリング31は、上記のような構成によってベーンロータ7と係合するため、ベーン

ロータ 7 が遅角領域①（ロック位置よりも遅角側）に位置する時のみ進角側に向かう付勢力を受ける。

【0033】次に、エンジン停止時およびエンジン始動時の作動を説明する。エンジンに停止指示が与えられると、ECU 18 の働きによって遅角室 6 b 側がドレインされるとともに、進角室 6 a 側に油圧が供給される。この時、油温の上昇によって進角室 6 a に供給される油圧が低下していても、ベーンロータ 7 が遅角領域①に位置するときは、アシストスプリング 31 によって進角側に付勢されているため、ベーンロータ 7 がロック位置よりも進角側（進角領域②）へ確実に回転する。ベーンロータ 7 がロック位置よりも進角側へ回転すると、図 3 に示すように、長穴 29 と横穴 27 を介してリヤ油室 26 に油圧が供給される。すると、圧縮コイルバネ 22 とともにストッパピン 20 をフロント側へ押し出す力が上回り、ストッパピン 20 がシューハウジング 2 に当接する。この状態でエンジンが停止する。

【0034】エンジンが始動されると、ECU 18 の働きによって進角室 6 a と遅角室 6 b が共にドレインされる。そして、クランク軸によって駆動部材 B が進角側へ駆動される。この時、ベーンロータ 7 は進角領域②に存在するために、アシストスプリング 31 の付勢力は受けておらず、従動部材 C にはカムシャフト D の負荷が加えられるため、シューハウジング 2 が進角側に回転すると、相対的にベーンロータ 7 が遅角側に移動する。そして、ベーンロータ 7 の位相位置がロック位置まで回転すると、圧縮コイルバネ 22 の作用でストッパピン 20 がストッパ穴 23 a に嵌合し、結果的にシューハウジング 2 とベーンロータ 7 とが所定の中間位相でロックする。つまり、吸気側のカムシャフト D を所定の中間位相にロックした状態で確実にエンジン始動を行うことができる。

【0035】従って、この第 1 実施例のバルブタイミング調整装置 1 では、ベーンロータ 7 を所定の中間位相にロックした状態で確実にエンジン始動を行うことができるため、吸気バルブがエンジン冷間時の始動に適した最適なバルブタイミングになるので、エンジン始動不良がなくなり、エンジン始動時間を短縮できる。また、エンジンの暖気後は暖気したエンジンに適した最適なバルブタイミングにすることができるため、エンジンの出力向上やエミッションを改善することができる。

【0036】次に、請求項 2 の発明にかかる実施例を説明する。ECU 18 は、CPU、RAM、ROM、入出力ポート等を備えた周知の電子制御ユニットによって構成されるものであって、その ROM には、エンジンの運転時、各種センサによって検出されるエンジン回転速度、アクセル開度、エンジン水温等からエンジンの運転状態に適したベーンロータ 7 の位相角（目標の位相）を算出し、その目標の位相が実際の位相と一致するように PD 制御によって第 1 電磁アクチュエータ 15 をデュー

ティー比制御するプログラムが書き込まれている。

【0037】なお、ECU 18 には、エンジンの運転状態を検出するためセンサ類の他に、クランクシャフトの回転角を検出するクランク角度検出センサと、吸気側のカムシャフト D の回転角を検出するカムシャフト角度検出センサとが接続されており、クランクシャフトの回転角とカムシャフト D の回転角とから、ベーンロータ 7 の実際の位相を検出している。

【0038】上述したように、アシストスプリング 31 は、ベーンロータ 7 が遅角領域①に位置するときのみベーンロータ 7 を進角側に付勢するものであるため、図 5 (a) に示すように、ベーンロータ 7 が遅角領域①に位置する場合と、進角領域②に位置する場合とでは、プリセット位相（変位点）を境界線としてベーンロータ 7 の変化速度が異なる。なお、図 5 (b) は、ECU 18 内において区別される制御領域の概略図である。

【0039】このため、ECU 18 は、ベーンロータ 7 が遅角領域①に位置する場合と、ベーンロータ 7 が進角領域②に位置する場合とで、別々の制御値（遅角側保持制御値と進角側保持制御値）を切り替えて用いて第 1 電磁アクチュエータ 15 をデューティー比制御するように設けられている（制御値切替手段の機能）。（ベーンロータ 7 が遅角領域①に位置する場合）保持モード時（目標の位相が一定状態）は、第 1 電磁アクチュエータ 15 の制御デューティー比を、遅角側保持制御値（デューティー値）として与えるものである。フィードバック制御時（目標の位相と実際の位相が異なる状態）は、第 1 電磁アクチュエータ 15 のデューティー比を、遅角側保持制御値（デューティー値）+ P 制御量 + D 制御量として与えるものである。

【0040】（ベーンロータ 7 が進角領域②に位置する場合）保持モード時は、第 1 電磁アクチュエータ 15 のデューティー比を、進角側保持制御値（デューティー値）として与えるものである。フィードバック制御時は、第 1 電磁アクチュエータ 15 のデューティー比を、進角側保持制御値（デューティー値）+ P 制御量 + D 制御量として与えるものである。なお、上記 P 制御量は目標の位相と実際の位相の差による比例制御値であり、上記 D 制御量は目標の位相と実際の位相の差による微分制御値である。

【0041】つまり、ベーンロータ 7 が遅角領域①に位置する場合は、制御値として遅角側保持制御値（デューティー値）を用い、ベーンロータ 7 が進角領域②に位置する場合は、制御値として進角側保持制御値（デューティー値）を用いるものである。

【0042】このように、遅角領域①と進角領域②において別々の制御値を用いて制御しているので、遅角領域①と進角領域②でベーンロータ 7 の変化速度が異なっても、ベーンロータ 7 の実際の位相を正確且つ素早く目標の位相に制御できる。また、図 6 (b) に示すように、

ベーンロータ 7 が遅角領域①と進角領域②のプリセット位相を横切って変位する場合、図 6 (a) に示すように、保持制御値（デューティ比）が遅角側保持制御値（デューティ比）と進角側保持制御値（デューティ比）に切り替わるため、ベーンロータ 7 の実際の位相をスムーズに目標の位相に制御できる。

【0043】次に、請求項 3 の発明にかかる実施例を説明する。ECU 18 は、ベーンロータ 7 の実際の位相が目標の位相に収束していない場合、保持制御値（デューティ比）を修正するように設けられている。つまり、ベーンロータ 7 が遅角領域①の状態では目標の位相に収束していない場合は、遅角側保持制御値（デューティ比）を修正し、ベーンロータ 7 が進角領域②の状態では目標の位相に収束していない場合は、進角側保持制御値（デューティ比）を修正するように設けられている。なお、修正値は後述するように、後述する中間回動範囲  $\alpha$  の領域（不感帯領域）では学習せず、第 1、第 2 回動範囲  $\beta$ 、 $\gamma$  の領域では学習するように設けられている。

【0044】そして、ECU 18 が認知するプリセット位相と実際のプリセット位相とが異なる場合で、且つ実際の位相と目標の位相がプリセット位相をまたいでいる場合は、実際の位相を目標の位相に収束しようと保持制御値（デューティ比）を変更する場合、その保持制御値（デューティ比）は大きく変化する（例えば、デューティ比の 2～3% よりも大きく変化する）。

【0045】ECU 18 は、この保持制御値（デューティ比）の変化量（変更量）が所定よりも大きい場合に、ECU 18 が認知するプリセット位相と実際のプリセット位相とが異なると判断して、修正後の実際の位相を実際のプリセット位相として学習するように設けられている。具体的には、図 7 (b) に示すように、実際の位相が遅角領域①で、その実際の位相が目標の位相となるように遅角側保持制御値（デューティ比）を修正した場合、図 7 (a) の破線に示すように、遅角側保持制御値（デューティ比）が進角側へ所定値（2～3%）より大きく変化した場合は、修正後のベーンロータ 7 の位相をプリセット位相（遅角領域①と進角領域②との変位点）として学習する（変位点学習手段の機能）。

【0046】逆に、実際の位相が進角領域②で、その実際の位相が目標の位相となるように進角側保持制御値（デューティ比）を修正した場合、その進角側保持制御値（デューティ比）が遅角側へ所定値（2～3%）より大きく変化した場合は、修正後のベーンロータ 7 の位相をプリセット位相（遅角領域①と進角領域②との変位点）として学習する（変位点学習手段の機能）。なお、保持制御値（デューティ比）の変更量が所定値（2～3%）よりも小さい場合は、ECU 18 はプリセット位相の学習は行わず、前回学習した値をプリセット位相として認識する。

【0047】このため、この実施例のバルブタイミング

調整装置 1 では、組付け誤差や経時変化によってプリセット位相（変位点）が変化するような場合であっても、正確なプリセット位相が検出されて学習されるため、そのプリセット位相を介して別れる遅角領域①の制御と、進角領域②の制御とを正確に切り替えることができ、結果的にベーンロータ 7 の実際の位相を目標の位相にスムーズに制御できる。

【0048】次に、請求項 4 の発明にかかる実施例を説明する。ECU 18 は、上述したように、ベーンロータ 7 の目標の位相が所定時間一定で、且つその実際の位相が目標の位相に収束していない場合、保持制御値（デューティ比）を変更するように設けられている。つまり、ベーンロータ 7 が遅角領域①の状態では一定時間に亘って目標の位相に収束していない場合は、遅角側保持制御値（デューティ比）を変更し、ベーンロータ 7 が進角領域②の状態では一定時間に亘って目標の位相に収束していない場合は、進角側保持制御値（デューティ比）を変更するように設けられている。

【0049】一方、ECU 18 は、ベーンロータ 7 の回動範囲が、図 8 (b) に示すように、プリセット位相（変位点）を含む中間回動範囲  $\alpha$  か、この中間回動範囲  $\alpha$  よりも遅角側の第 1 回動範囲  $\beta$  か、中間回動範囲  $\alpha$  よりも進角側の第 2 回動範囲  $\gamma$  かを区別するように設けられている（回動範囲判別手段の機能）。

【0050】そして、ECU 18 には、ベーンロータ 7 が第 1 回動範囲  $\beta$  の時は、ベーンロータ 7 が一定時間に亘って目標の位相に収束していない場合に、遅角側保持制御値（デューティ比）を実際の位相が目標の位相に収束する制御値に変更し、その変更した制御値を学習するように設けられている（遅角側学習手段の機能）。また、ECU 18 には、ベーンロータ 7 が第 2 回動範囲  $\gamma$  の時は、ベーンロータ 7 が一定時間に亘って目標の位相に収束していない場合に、進角側保持制御値（デューティ比）を実際の位相が目標の位相に収束する制御値に変更し、その変更した制御値を学習するように設けられている（進角側学習手段の機能）。さらに、ECU 18 には、ベーンロータ 7 が中間回動範囲  $\alpha$  の時は、ベーンロータ 7 が一定時間に亘って目標の位相に収束していない場合に、遅角側保持制御値（デューティ比）あるいは進角側保持制御値（デューティ比）を、実際の位相が目標の位相に収束する制御値に一時的に変更するが、その変更した制御値は学習しないように設けられている。

【0051】つまり、ベーンロータ 7 が中間回動範囲  $\alpha$  の時は、図 9 (c) に示すように、ベーンロータ 7 が一定時間に亘って目標の位相に収束していない場合、図 9 (b) の破線に示すように、遅角側保持制御値（デューティ比）あるいは進角側保持制御値（デューティ比）を、実際の位相が目標の位相に収束する制御値に一時的に変更するが、その変更した制御値は学習しない。

【0052】このように、この実施例のバルブタイミング調整装置1では、遅角側の第1回動範囲 $\beta$ および進角側の第2回動範囲 $\gamma$ では、変更した制御値を学習してベーンロータ7の実際の位相を目標の位相に素早く、且つ正確に制御できる。また、この実施例のバルブタイミング調整装置1では、ベーンロータ7が中間回動範囲 $\alpha$ の時は、制御値を変更して実際の位相を目標の位相に制御しているが、その変更した制御値を学習しないため、プリセット位相の境界部分で誤った制御値が学習されない。このため、誤学習による制御の乱れが発生せず、ベーンロータ7の実際の位相を素早く、且つ正確に目標の位相に制御できる。

【0053】〔変形例〕上記の実施例では、ベーンロータ7の回動位置（位相）が遅角領域①に位置する場合に遅角側保持制御値（デューティ比）を用い、ベーンロータ7の回動位置（位相）が進角領域②に位置する場合に進角側保持制御値（デューティ比）を用いるように、プリセット位相を起点に保持制御値（デューティ比）を切り換えた例を示した。しかし、図10に示すように、例えば、ベーンロータ7の回動位置（位相）を、中間回動位置 $\alpha$ （不感帯領域）、遅角側の第1回動範囲 $\beta$ 、進角側の第2回動範囲 $\gamma$ に区分し、ベーンロータ7の回動位置（位相）が中間回動位置 $\alpha$ （不感帯領域）に位置する場合は、中間回動位置 $\alpha$ （不感帯領域）の制御値（デューティ比）を用いてベーンロータ7の回動位置を制御するように設けても良い。この中間回動位置 $\alpha$ （不感帯領域）の制御値（デューティ比）の一例としては、図10に示すように、遅角側保持制御値（デューティ比）と進角側保持制御値（デューティ比）を用いた関数（例えば線形化）を用い、その関数から中間回動位置 $\alpha$ （不感帯領域）における保持制御値（デューティ比）を求めても良い。

【0054】上記の実施例では、アシストスプリング31をベーンロータ7のスプロケット3側に配置した例を示したが、反スプロケット3側に配置しても良い。上記の実施例では、ベーンロータ7がカムシャフトDの端部に固着される例を示したが、カムシャフトDがベーンロータ7の内部を貫通するタイプのバルブタイミング調整装置1に本発明を適用しても良い。上記の実施例では、吸気側のカムシャフトDに取り付けられるバルブタイミング調整装置1に本発明を適用した例を示したが、排気側のカムシャフトDに取り付けられるバルブタイミング調整装置1に本発明を適用しても良い。

【0055】上記の実施例では、ストッパピン20がフロント方向へ移動してストッパ穴23aに嵌合する例を示したが、ストッパピン20がリヤ方向へ移動してストッパ穴23aに嵌合するように設けても良いし、ストッパピン20を径方向へ移動させてストッパ穴23aに嵌合するように設けても良い。また、ストッパピン20をベーンロータ7側に収納した例を示したが、ストッパピ

ン20をシューハウジング2側に収納してベーンロータ7をロックさせても良い。

【0056】上記の実施例では、シューハウジング2内に3つの凹部6を形成し、ベーンロータ7の外周部に3つのベーン12を設けた例を示したが、凹部6の数やベーン12の数は構成上1つあるいはそれ以上であればいくつでも構わないものであり、凹部6の数およびベーン12の数を他の数にしても良い。つまり、例えば、シューハウジング2に2つの凹部6を形成してベーンロータ7の外周部に2つのベーン12を設けても良いし、シューハウジング2に4つの凹部6を形成してベーンロータ7の外周部に4つのベーン12を設けても良い。

【0057】上記の実施例では、シューハウジング2がクランクシャフト（駆動軸）とともに回転し、ベーンロータ7がカムシャフトD（従動軸）とともに回転する例を示したが、ベーンロータ7がクランクシャフト（駆動軸）とともに回転し、シューハウジング2がカムシャフトD（従動軸）とともに回転するように構成しても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】バルブタイミング調整装置の軸方向に沿う断面図である。

【図2】シューハウジングの内部を示す図である。

【図3】ロック構造の概略説明図である。

【図4】スプロケットの内部を示す図である。

【図5】遅角領域および進角領域におけるベーンロータの変化速度および制御領域を示す図である。

【図6】遅角領域および進角領域における制御値（保持デューティ比）の切替説明図である。

【図7】プリセット位相を検出する時の位相および制御値（保持デューティ比）の説明図である。

【図8】制御値（保持デューティ比）学習の不感帯領域を示す説明図である。

【図9】制御値（保持デューティ比）学習の不感帯領域を示す作動説明図である。

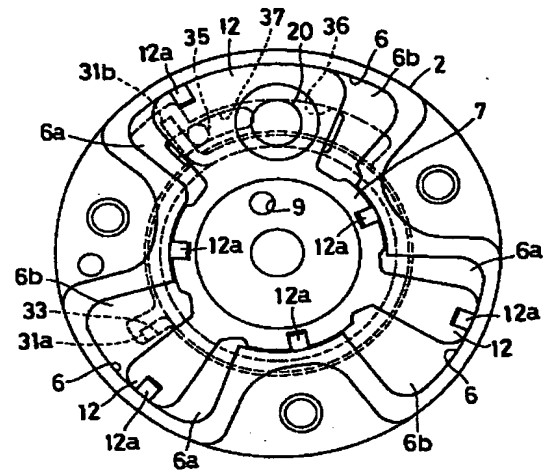
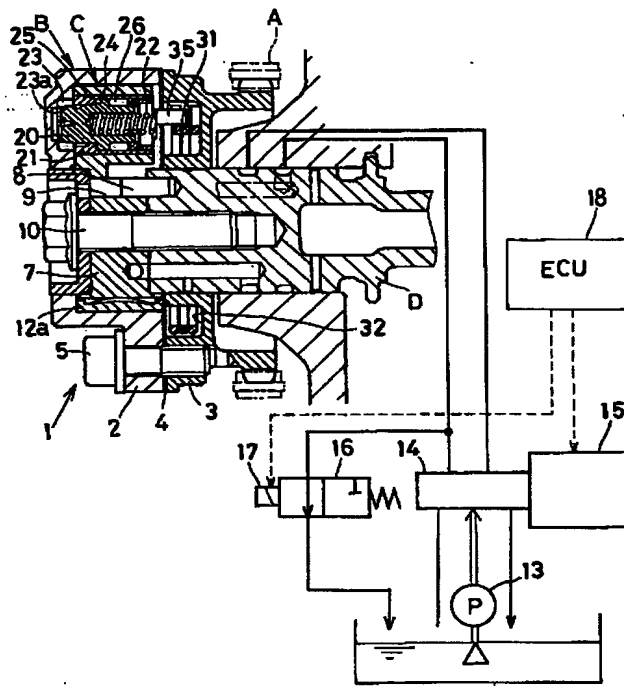
【図10】第1回動範囲、中間回動範囲、第2回動範囲における制御値（保持デューティ比）の説明図である。

#### 【符号の説明】

- A クランクシャフトによって駆動されるタイミングチェーン
- B 駆動部材
- C 従動部材
- D カムシャフト（従動軸）
- 1 バルブタイミング調整装置
- 2 シューハウジング
- 6 凹部
- 6a 進角室
- 6b 遅角室
- 7 ベーンロータ

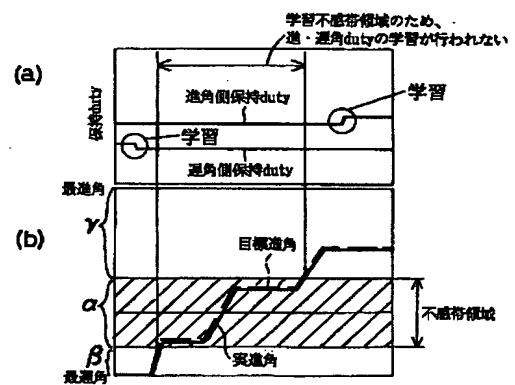
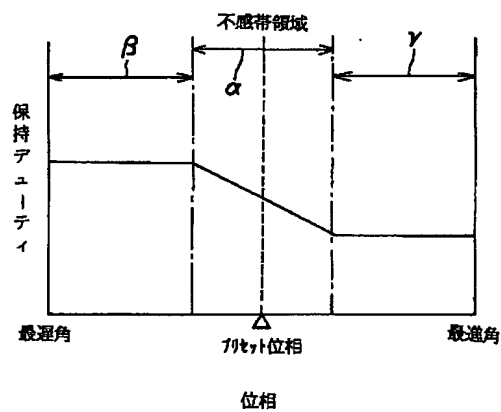
②	進角領域
$\alpha$	中間回動範囲
$\beta$	遅角側の第1回動範囲
$\gamma$	進角側の第2回動範囲

【図 2】

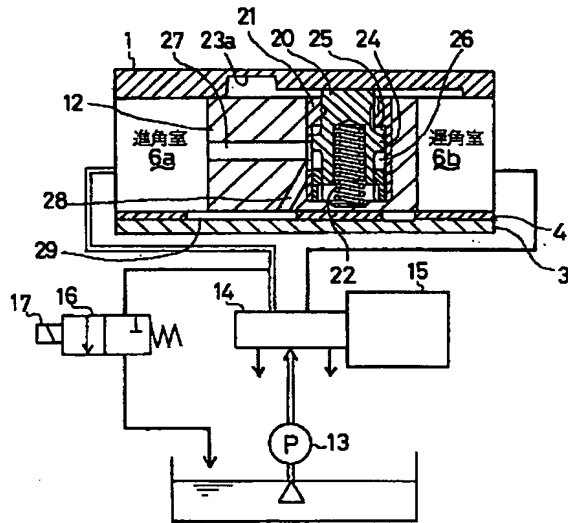


【图 8】

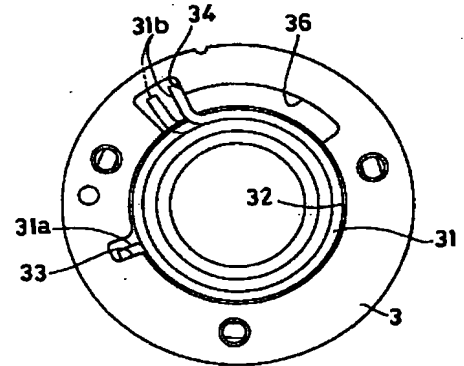
【図 10】



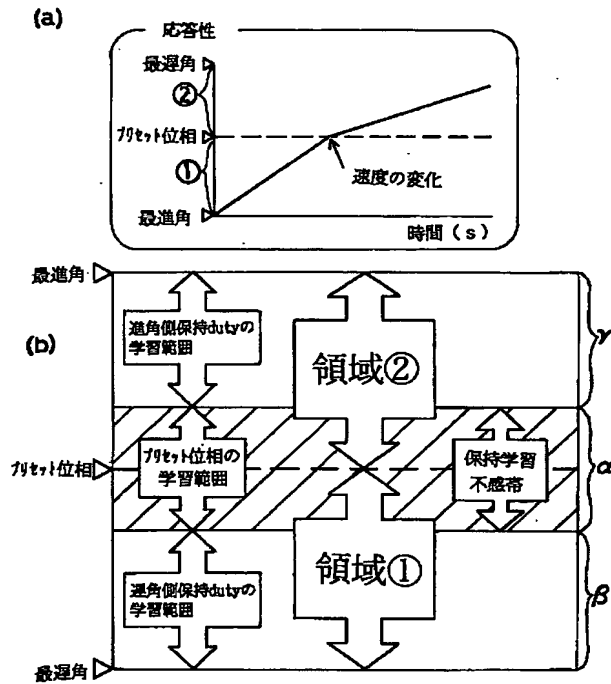
【図 3】



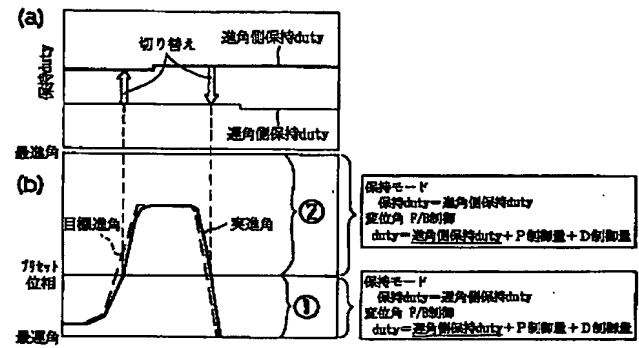
【図 4】



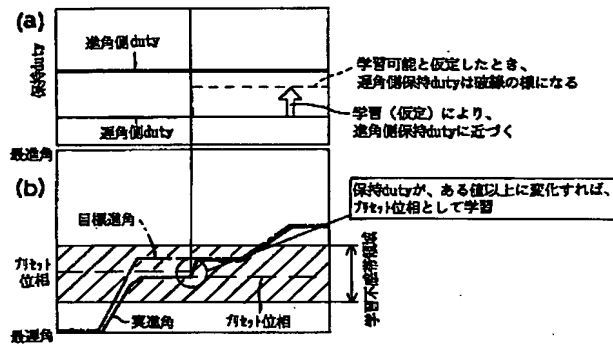
【図 5】



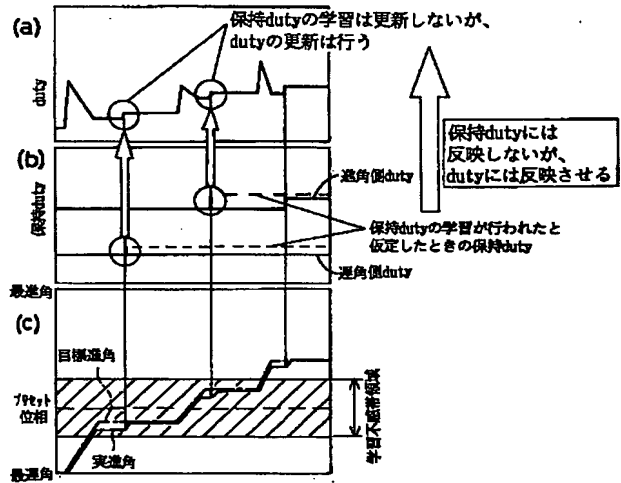
【図 6】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G018 AB02 BA33 CA09 CA20 DA25  
 DA73 DA74 DA84 EA02 EA11  
 EA17 EA21 EA31 EA33 FA01  
 FA07 FA16 GA11  
 3G084 BA23 CA01 CA07 DA09 EB17  
 EB19 EC02 EC06 FA20 FA33  
 FA38 FA39  
 3G092 AA11 DA01 DA02 DA10 DG02  
 DG05 DG09 EA03 EA04 EA13  
 EC01 EC05 EC08 FA31 GA01  
 GA10 HA13X HE01Z HE04Z  
 HE05Z HE08Z HF08Z